

Tunable fiber laser with rare-earth doped active core

Patent number: DE19811371

Publication date: 1999-10-07

Inventor: ZELLMER HOLGER (DE)

Applicant: ZEISS CARL JENA GMBH (DE)

Classification:

- **International:** (IPC1-7): H01S3/105; H01S3/08; H01S3/0941;
H01S3/17

- **European:** H01S3/067

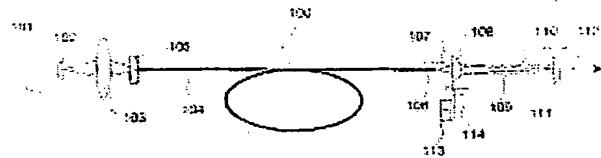
Application number: DE19981011371 19980316

Priority number(s): DE19981011371 19980316

[Report a data error here](#)

Abstract of DE19811371

The laser includes a resonator with a reflector (105) via which radiation from a pump source is coupled into a fiber (104). A second reflector (111) is provided, on which the laser radiation is focussed. A lens or lens group (108) which acts as a dispersive element is arranged in the resonator of the fiber laser between the fiber end (106) and the second reflector, to enable wavelength selection.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND

DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

(12) Offenlegungsschrift
(10) DE 198 11 371 A 1

(51) Int. Cl. 6:
H 01 S 3/105
H 01 S 3/17
H 01 S 3/08
H 01 S 3/0941

(21) Aktenzeichen: 198 11 371.4
(22) Anmeldetag: 16. 3. 98
(23) Offenlegungstag: 7. 10. 99

- (71) Anmelder:
Carl Zeiss Jena GmbH, 07745 Jena, DE

(72) Erfinder:
Zellmer, Holger, Dr., 30419 Hannover, DE

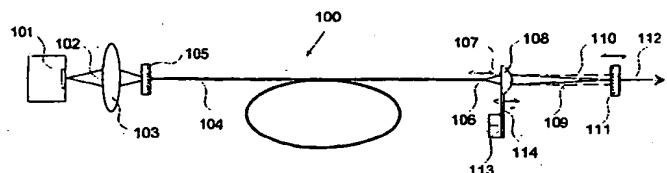
(55) Entgegenhaltungen:
US 56 17 244
US-Z.: Optics Letters, Vol. 19, No. 12, 1994,
S. 886-888;
GB-Z.: Electronics Letters, Vol. 30, No. 10,
1994, S. 791-793;
GB-Z.: Electronics Letters, Vol. 26, No. 16,
1990, S. 1238-1240;
US-Z.: IEEE Photonics Technology Letters, Vol. 9,
No. 5, 1997, S. 613-615;
US-Z.: Rev.Sci.Instrum., Vol. 63, No. 5, 1992,
S. 2932-2939;
GB-Z.: Electronics Letters, Vol. 29, No. 9,
1993, S. 755-757;
GB-Z.: Electronics Letters, Vol. 31, No. 1,
1995, S. 37-38;
CLEO '94, Anaheim, CA, Technical Digest Optical
Society of America, Washington DC, 1994, Paper
CMK1, S. 38;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Abstimmbarer Faserlaser

(57) Ein abstimmbarer Faserlaser weist einen mit einem Seltenerde oder anderen laseraktiven Materialien dotierten aktiven Kern auf, der in einem Cladding angeordnet ist sowie einen Resonator mit einem ersten Resonatorspiegel (105), über den Strahlung einer Pumplichtquelle (101) in die Faser (104) des Faserlasers eingekoppelt wird, und mit einem zweiten Resonatorspiegel (111), auf den die Laserstrahlung fokussiert wird. Um den Faserlaser mit einfachen Mitteln über einen großen Spektralbereich abstimmen zu können, ist im Resonator des Faserlasers zur Wellenlängenselektion zwischen Faserende (106) und zweitem Resonatorspiegel (111) eine als dispersives Element wirkende Linse oder Linsengruppe (108) angeordnet. Zur schnellen und einfachen Abstimmung können die Linse oder Linsengruppe (108) und/oder die der Pumplichtquelle abgewandte Faserendfläche (106) und/oder der zweite Resonatorspiegel (111) relativ zueinander axial verschoben werden.



DE 198 11 371 A 1

DE 198 11 371 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen abstimmbaren Faserlaser gemäß Oberbegriff des Anspruch 1.

Es ist bekannt, zur Abstimmung von Faserlasern nachfolgend näher beschriebene Methoden anzuwenden:

1. Abstimmbarer Faserlaser mit dielektrischem Filter: Bei der in Electronics Letters Vol. 29, No. 8, S. 755-757 beschriebenen Verfahren wird die aus dem Faserlaser aus tretende Strahlung mit einem Mikroskopobjektiv kollimiert und auf den Resonatorspiegel fokussiert. Zwischen Kollimator und Spiegel befindet sich ein spezielles dielektrisches Bandpass-Filter, dessen Transmissionswellenlänge von dessen Winkel zur optischen Achse abhängt. Durch Verkippen des Filters läßt sich der Faserlaser abstimmen. Der Nachteil dieser Anordnung ist, daß sich die dielektrischen Filter nur um wenige Nanometer abstimmen lassen. Zudem muß mit achromatischen Kollimatoren gearbeitet werden, damit der Laserresonator für alle Wellenlängen stabil ist.
2. Abstimmbarer Faserlaser mit Faser-Bragg-Gittern: Aus Electronics Letters Vol. 31, No. 1, S. 37-38 ist ein Faserlaser mit Abstimmung durch Faser-Bragg-Gitter bekannt. Die Abstimmung erfolgt durch mechanisches oder thermisches Dehnen der Gitter. Der Nachteil dieser Technik ist der geringe Abstimbereich. Ferner lassen sich Bragg-Gitter nur in bestimmte Fasern schreiben.
3. Abstimmbarer Faserlaser mit Dispersionsgitter: Aus Conference on Lasers and Electro-Optics 1994, Anaheim, CA, Technical Digest (Optical Society of America, Washington DC, 1994), Paper CMK1, S. 38 ist ein abstimmbarer Faserlaser mit Dispersionsgitter in Littmann-Anordnung bekannt. Der Nachteil dieser Technik ist der hohe Aufwand an Komponenten und die Notwendigkeit eines achromatischen Kollimators um den Laserresonator stabil zu halten.
4. Andere Lösungen sind die Verwendung von Dispersionsprismen, für die sinngemäß die gleichen Nachteile wie für Dispersionsgitter gelten oder die technisch sehr aufwendige Anwendung von Akusto-Optischen Modulatoren zur Abstimmung.

Die Aufgabe der folgenden Erfindung besteht darin, einen Faserlaser der eingangs genannten Art so auszubilden, daß dieser mit einfachen Mitteln über einen großen Spektralbereich abstimmbar ist.

Diese Aufgabe wird durch die Erfindung gemäß Anspruch 1 gelöst.

Vorteilhafte und zweckmäßige Weiterbildungen der Aufgabenlösung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Durch die Erfindung ist es möglich einen Faserlaser über seinen gesamten Emissionsbereich optimal abzustimmen. Die Erfindung ermöglicht eine sehr einfache Selektion einer von mehreren Laserlinien.

Die Erfindung soll nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnung näher erläutert werden:

Es zeigt

Fig. 1 schematisch eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Faserlasers,

Fig. 2 schematisch eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Faserlasers und

Fig. 3 schematisch eine dritte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Faserlasers.

Gleiche Bauteile in den Figuren der Zeichnungen sind mit den gleichen Bezugzeichen versehen.

Die Fig. 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines erfindungsgemäßen Faserlasers 100, bestehend aus einer Pumpquelle 101, vorzugsweise einer Laserdiode, deren Strahlung über eine Koppeloptik 103 als Pumplicht 102 in 5 eine aktive Faser 104 eingekoppelt wird. Das Pumplicht 102 wird durch einen ersten Resonatorspiegel 105, der auf der laserdiodenseitigen Faserendfläche angeordnet ist oder mit einer Linse (nicht dargestellt) angekoppelt wird, eingekoppelt. Die Laserstrahlung 107 tritt aus dem der Laserdiode 10 abgewandten Faserende 106 aus und wird mit einer Linse 108, die vorzugsweise als asphärische Linse oder als Linsensystem ausgebildet ist, auf einen zweiten Resonatorspiegel 111 fokussiert. Durch die Dispersion der Linse 108 liegt, je nach Stellung der Linse 108 oder des zweiten Resonatorspiegels 111 nur für eine bestimmte Wellenlänge 109 der Fokus auf dem Resonatorspiegel 111. Für eine längere Wellenlänge 110 liegt der Fokus hinter, für eine kürzere Wellenlänge vor dem Resonatorspiegel 111. Die Wellenlängenselektion erfolgt dadurch, daß der Resonator des Faserlasers 10 nur für die Laserstrahlung der Wellenlänge stabil ist, die einen Fokus genau auf dem Resonatorspiegel 111 hat. Die Laserstrahlung 112 wird durch den zweiten Resonatorspiegel 111 ausgekoppelt. Zur schnellen und einfachen Abstimmung können beispielsweise die Linse oder Linsengruppe 108 und/oder die der Laserdiode abgewandte Faserendfläche 106 und/oder der zweite Resonatorspiegel 111 relativ zueinander axial verschoben werden, beispielsweise durch Befestigung an einem Piezotranslator 113 mit Hilfe eines geeigneten Halters 114.

Die Fig. 2 zeigt eine Ausbildung eines erfindungsgemäßen Faserlasers 200, die sich von der Ausbildung nach Fig. 1 dadurch unterscheidet, daß zwischen dem Faserende 106 und dem zweiten Resonatorspiegel 111, in der Zeichnung zwischen der faserendseitigen Linse 108 und dem zweiten Resonatorspiegel 111, ein Etalon 213 angeordnet ist, das eine spektrale Einengung des Lasers bewirkt. Ferner kann durch Anordnung einer Brewsterplatte 214 zwischen Faserende 106 und zweitem Resonatorspiegel 111, in der Zeichnung im Strahlengang zwischen dem Etalon 213 und dem zweiten Resonatorspiegel 111, linear polarisierte Laserstrahlung erzeugt werden.

Die Fig. 3 zeigt eine Ausbildung eines erfindungsgemäßen Faserlasers 300, die sich von der Ausbildung nach Fig. 1 nur dadurch unterscheidet, daß die Laserstrahlung nicht 45 durch den zweiten Resonatorspiegel 111 ausgekoppelt wird, sondern auf der Seite der Pumpquelle 101 durch den ersten Resonatorspiegel 105. Hierzu wird als zweiter Resonatorspiegel 111 vorzugsweise ein hochreflektierender Spiegel verwendet. Die Strahlung 102 der Laserdiode 101 wird über eine Linsengruppe 103a und 103b durch den ersten Resonatorspiegel 105 in die aktive Faser 104 eingekoppelt. Die Linse 103b, vorzugsweise ein achromatisches Linsensystem, dient dabei gleichzeitig zum Kollimieren der Laserstrahlung 312, die dem Pumplicht 102 entgegen läuft. Die 55 Laserstrahlung 312 wird vom Pumplicht 102 mit Hilfe eines dichroitischen Strahleiters 313 getrennt.

Der Faserlaser weist einen mit einem Seltenerde oder anderen laseraktiven Materialien dotierten aktiven Kern auf, der in einem Cladding angeordnet ist, wie dies an sich bekannt ist und daher nicht näher beschrieben und dargestellt ist.

Die Abmessungen des abstimmbaren Faserlasers nach den Fig. 1-3 sind vorzugsweise wie folgt:
Radius des aktiven Kerns: ca. 1 µm-10 µm
65 Länge der Faser 104: ca. 10 cm-50 m
Brennweite der Linse 108: ca. 1 mm -50 mm
Abstand des zweiten Resonatorspiegels 111 von der Linse 108: ca. 1 mm-1 m

Als Materialien für die aktive Faser sind alle üblichen laseraktiven Fasern aus beispielsweise Quarzglas, ZBLAN-Fluoridglas, Chalkogenidglas, Phosphatglas oder Schwermetalloxidglas geeignet. Als laseraktive Ionen können alle Seltenen 5 erden, beispielsweise Neodym, Erbium, Holmium, Thulium, Ytterbium oder Kombinationen dieser eingesetzt werden.

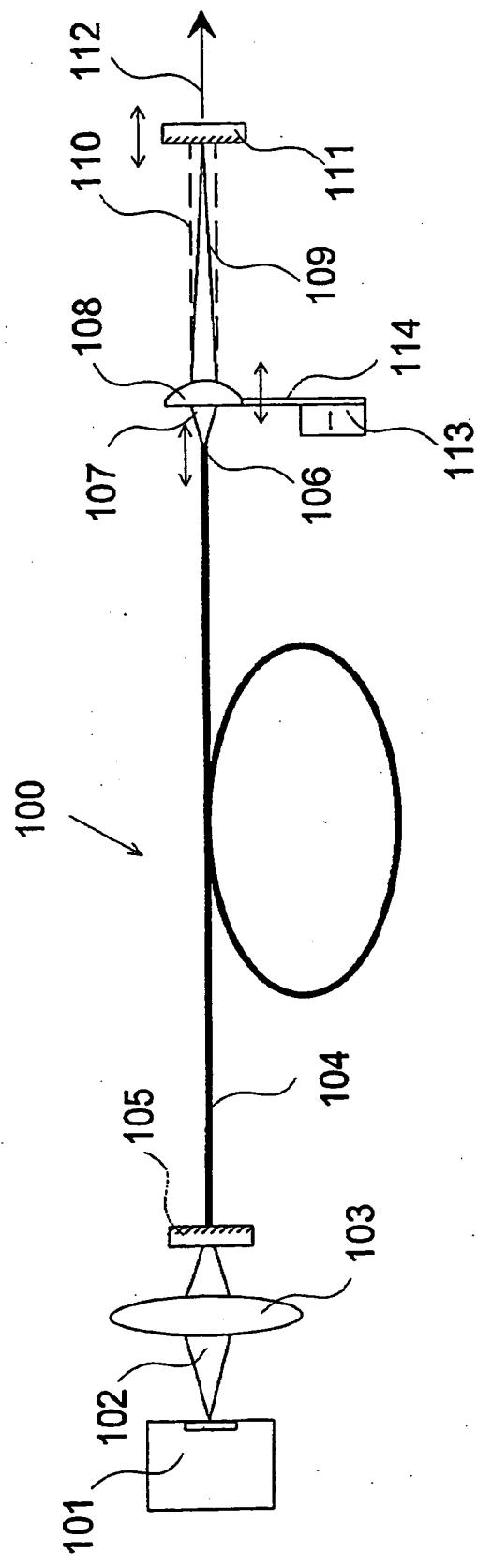
dichroitischer Strahlteiler (313) vorgesehen ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

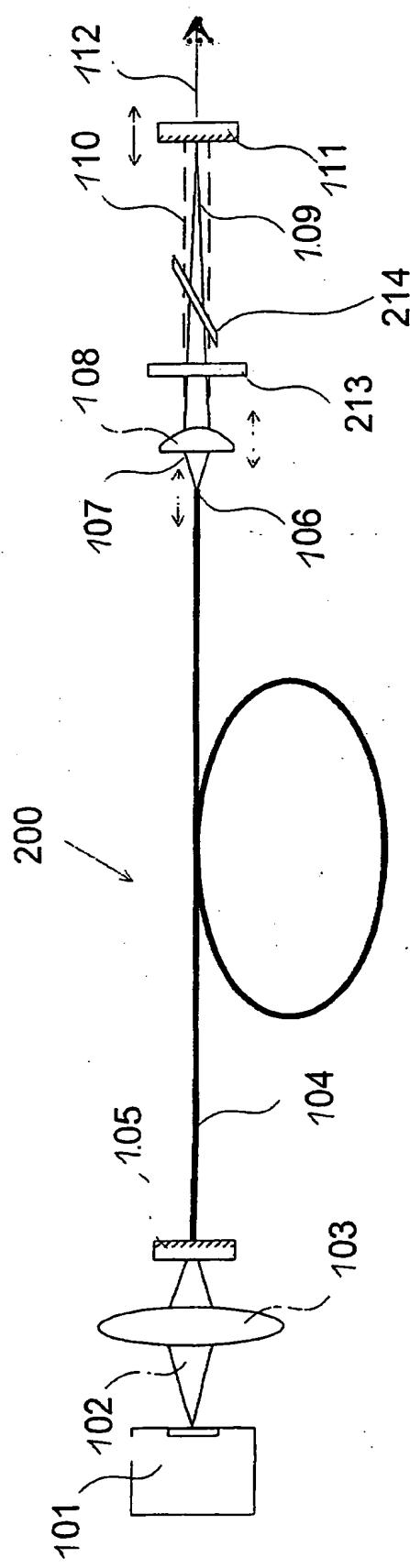
Patentansprüche

10

1. Abstimmbarer Faserlaser mit einem Seltenerde oder anderen laseraktiven Materialien dotierten aktiven Kern, der in einem Cladding angeordnet ist, mit einem Resonator mit einem ersten Resonatorspiegel, über den Strahlung einer Pumplichtquelle in die Faser des Faserlasers eingekoppelt wird, und mit einem zweiten Resonatorspiegel, auf den die Laserstrahlung fokussiert wird, dadurch gekennzeichnet, daß im Resonator (104, 105, 111) des Faserlasers (100, 200, 300) zur Wellenlängenselektion zwischen Faserende (106) und zweitem Resonatorspiegel (111) eine als dispersives Element wirkende Linse oder Linsengruppe (108) angeordnet ist. 15
2. Abstimmbarer Faserlaser nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Linse oder die Linsengruppe (108) relativ zum Faserende (106) axial verschiebbar angeordnet ist zum Abstimmen der Wellenlänge der Laserstrahlung. 20
3. Abstimmbarer Faserlaser nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Faserende (106) relativ zur Linse oder Linsengruppe (108) axial verschiebbar angeordnet ist zum Abstimmen der Wellenlänge der Laserstrahlung. 30
4. Abstimmbarer Faserlaser nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der an der Seite der Linse oder Linsengruppe (108) bzw. faserendseitig angeordnete zweite Resonatorspiegel (111) relativ zur Linse oder Linsengruppe und zum Faserende (106) axial verschiebbar angeordnet ist zum Abstimmen der Wellenlänge der Laserstrahlung. 35
5. Abstimmbarer Faserlaser nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Linse oder Linsengruppe (108) und der zweite Resonatorspiegel (111) relativ zueinander axial verschiebbar angeordnet sind zum Abstimmen der Wellenlänge der Laserstrahlung. 40
6. Abstimmbarer Faserlaser nach einem der Ansprüche 1-5, dadurch gekennzeichnet, daß im Resonator zwischen Faserende (106) und zweitem Resonatorspiegel (111) ein Etalon (213) angeordnet ist. 45
7. Abstimmbarer Faserlaser nach einem der Ansprüche 1-6, dadurch gekennzeichnet, daß im Resonator zwischen Faserende (106) und zweitem Resonatorspiegel (111) zusätzlich ein Polarisator (214) angeordnet ist. 50
8. Abstimmbarer Faserlaser nach einem der Ansprüche 1-7, dadurch gekennzeichnet, daß die Laserstrahlung auf der Pumplichtquelle (101) gegenüberliegenden Seite der aktiven Faser (104) durch den zweiten Resonatorspiegel (111) ausgekoppelt wird. 55
9. Abstimmbarer Faserlaser nach einem der Ansprüche 1-7, dadurch gekennzeichnet, daß die Laserstrahlung auf der Seite der Pumplichtquelle (101) durch den ersten Resonatorspiegel (105) ausgekoppelt wird. 60
10. Abstimmbarer Faserlaser nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß zur Trennung der Strahlung (102) der Pumplichtquelle (101) von der pumplichtquellenseitig ausgekoppelten Laserstrahlung (312) ein 65



Figur 1



Figur 2

902 040/25

Figur 3

